

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-063719

(43)Date of publication of application : 26.02.2004

(51)Int.Cl.

H05K 9/00

(21)Application number : 2002-219229

(71)Applicant : TOPPAN PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 29.07.2002

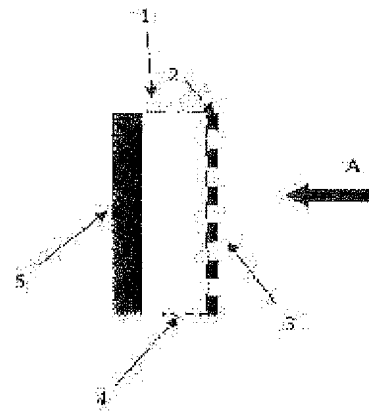
(72)Inventor : ITO MASAHIKO
NAKAJIMA HIDEKI

(54) FILM TYPE ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a flexible electromagnetic wave absorber where an execution property is superior since the electromagnetic wave absorber is formed in a film shape and a dead space for installation is small since the electromagnetic wave absorber is extremely thin.

SOLUTION: The film type electromagnetic wave absorber is a film-like dielectric 4 where a conductive element 2 and a conductive film 5 are provided on one surface and the other, respectively. In the electromagnetic wave absorber, absorption occurs when the electromagnetic wave at a frequency to be interrupted enters the surface where the conductive element 2 is provided. When an electromagnetic wave at a frequency to be absorbed enters the surface where the conductive element 2 is provided, the imaginary section of an equivalent complex impedance on the surface where the conductive element 2 is provided becomes negative. When the surface where the conductive element 2 is provided is substituted for the equivalent circuit of the electromagnetic wave absorber based on a transmission line theory as a fixed constant element having a complex impedance, the reflection coefficient of power on the surface is 0.3 or less at the frequency to be absorbed.



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方の面に導電性素子を配設し、他方の面に導電性膜を設けたフィルム状の誘電体であり、導電性素子を配設した面に、遮断しようとする周波数の電磁波を入射すると吸収が起こる電磁波吸収体であって、導電性素子を配設した面に、吸収する周波数の電磁波を入射した際に、導電性素子を配設した面の等価複素インピーダンスの虚部が負となり、導電性素子を配設した面を、複素インピーダンスを持つ固定定数素子として伝送線路理論に基づく電磁波吸収体の等価回路に代入した場合に、表面での電力の反射係数が、吸収する周波数においては、0.3 以下であることを特徴とするフィルム型電磁波吸収体。

10

【請求項 2】

配設された導電性素子が個々に独立したものであることを特徴とする請求項 1 に記載のフィルム型電磁波吸収体。

【請求項 3】

導電性素子が開放端を持ち、開放端間の長さが、遮断しようとする周波数の電磁波の誘電体中における波長の 2 分の 1 と異なっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のフィルム型電磁波吸収体。

【請求項 4】

導電性素子が環状であり、その周囲の長さが、遮断しようとする周波数の電磁波の誘電体中における波長と異なっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のフィルム型電磁波吸収体。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電磁波吸収体に関するもので、特にフィルム型電磁波吸収体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、事業所内 P H S や無線 L A N の利用が広がりを見せるなか、情報の漏洩防止や外部からの侵入電磁波による誤動作やノイズ防止といった点から、オフィス内での電磁波環境を整えることが不可欠になっており、そのような電磁波環境の整備用部材として、既に種々のタイプのものが提案されている。

30

【0003】

例えば、特公平 6-9997 号公報には、金属やフェライトなどの電磁シールド部材をビルの躯体に付加することで、広い周波数帯域で任意の周波数の電磁波を使って情報通信が出来る電磁シールド・インテリジェントビルを提供することが述べられている。しかし、このような鉄板、金属網、金属メッシュ、金属箔などの電磁波反射体やフェライトなどの電磁波吸収体を電磁シールド部材として用いたものでは、それらの電磁シールド性に周波数選択性が無いため、遮蔽しようとする周波数以外の電磁波まで遮蔽してしまう。また前記電磁波反射体はテレビ電磁波を反射し、受信障害（ゴーストの発生）の原因となるため用いることが出来る箇所が制限される。さらに、電磁シールド部材間の隙間によってシールド性能が大きく低下するため、個々の部材が持つシールド性能を十分発揮させるには、部材間の接続や接地など施工面での厳密性が要求される。

40

【0004】

特開平 10-169039 号公報は、このような問題点を解消するもので、線状のアンテナ素子を定期的に配設させることで遮蔽しようとする特定周波数の電磁波のみを遮蔽し、部材間の接続や接地も必要ないという優れたものである。しかし、その遮蔽は反射損失によるものが大部分であるため、オフィス内部において反射電磁波による画面の揺らぎや誤動作などが起こる場合があるのが問題である。

【0005】

50

特開平 9-162589 号公報や特開平 5-335832 号公報の発明は、共にこのようなオフィス内部における電磁波反射に起因する問題を解消するもの、即ち特定周波数の電磁波を選択的に吸収するものであり、特開平 9-162589 号公報の発明は、導電体より大きく絶縁体より小さい電気抵抗値を持つエレメントを配設させて特定周波数（以上）の電磁波を吸収するもの、特開平 5-335832 号公報の発明は、抵抗皮膜と電磁波反射体とを誘電体（厚さがこの誘電体内における電磁波波長の 4 分の 1）を挟んで配置し特定周波数の電磁波のみを選択的に吸収する、いわゆる $\lambda/4$ 型電磁波吸収体に関するものである。

【0006】

しかし、これらの電磁波吸収体にもそれぞれ以下に述べるような欠点がある。即ち前者は電磁波の照射によってエレメント内を流れる交流電流の抵抗損失によるものであるため、微小な体積のエレメントでは、遮蔽しようとする周波数の電磁波においても実際的には透過が多くなり吸収可能な電磁波量は僅少になる。また後者は吸収量が前者に比して大きく、周波数選択性にも優れるが、この場合には吸収する周波数が低くなるにつれて誘電体の厚みが厚くなり、吸収体全体の厚みが厚くなるという問題がある。

【0007】

我々は $\lambda/4$ 型電磁波吸収体の反射板と吸収膜の間に位相調整層をもうけ吸収体を薄型化する事を提案しているが、この吸収体においても誘電体の厚みが必要なためフィルム状に形成することは難しい。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記のような従来の電磁波吸収体を持つ不都合を解消することを目的としたものである。

即ち、本発明が解決しようとする課題は、フレキシビリティを有しており、フィルム状であるため施工性に優れ、非常に薄いため設置する際のデッドスペースが少ない電磁波吸収体を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明において上記の課題を達成するために、まず請求項 1 の発明では、一方の面に導電性素子を配設し、他方の面に導電性膜を設けたフィルム状の誘電体であり、導電性素子を配設した面に、遮断しようとする周波数の電磁波を入射すると吸収が起こる電磁波吸収体であって、

導電性素子を配設した面に、吸収する周波数の電磁波を入射した際に、導電性素子を配設した面の等価複素インピーダンスの虚部が負となり、

導電性素子を配設した面を、複素インピーダンスを持つ固定定数素子として伝送線路理論に基づく電磁波吸収体の等価回路に代入した場合に、表面での電力の反射係数が、吸収する周波数においては、0.3 以下であることを特徴とするフィルム型電磁波吸収体としたものである。

【0010】

また請求項 2 の発明では、配設された導電性素子が個々に独立したものであることを特徴とする請求項 1 に記載のフィルム型電磁波吸収体としたものである。

【0011】

また請求項 3 の発明では、導電性素子が開放端を持ち、開放端間の長さが、遮断しようとする周波数の電磁波の誘電体中における波長の 2 分の 1 と異なっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のフィルム型電磁波吸収体としたものである。

【0012】

また請求項 4 の発明では、導電性素子が環状であり、その周囲の長さが、遮断しようとする周波数の電磁波の誘電体中における波長と異なっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のフィルム型電磁波吸収体としたものである。

【0013】

10

20

30

40

50

【発明の実施の形態】

以下、本発明を、図面を用いて詳細に説明する。

【0014】

図1は、本発明の周波数選択性を有する電磁波吸収体の断面図の一例を示したものであり、電磁波吸収体1は、導電性素子2を配設した電磁波吸収面3、フィルム4、導電性膜5からなる電磁波反射面からなる。また図中の矢印Aは電磁波の到来方向を表したものである。

【0015】

ここで導電性膜5は、金属箔、金属網や金属、金属酸化物、金属窒化物あるいはその混合物の蒸着膜、スパッタリング膜、CVD膜（CVD：化学的蒸着）あるいはその積層体、炭素粒子などの抵抗体粒子をゴムや高分子樹脂中に分散させた複合型導電体など、その形態や製造方法、厚さなどに本質的な限定を受けるものではないが、A方向から到来する遮蔽しようとする電磁波を十分反射するため、導電性膜5の表面抵抗値は $10\Omega/\square$ 以下とする事が望ましい。

【0016】

フィルム4はガラス、セラミックス、有機高分子などの誘電体であって、その材質に本質的な制限を受けるものではなく、複数の材質を組み合わせることもできるが、その厚みは、フィルムの誘電率や、吸収する電磁波の周波数によって決定される。この厚みの決定についても伝送線路理論や電磁界解析が有効である。

【0017】

電磁波吸収面3は、導電性素子2をフィルム（誘電体）4の表面に直接設けたものである。電磁波が到来している場所に、接地されていない金属棒や金属ワイヤーなどの導体を置いた場合、一部の電磁波は吸収され、他は導体中を流れる交番電流が作る電磁界との相互作用によって反射される。この時電磁波の吸収量と反射量との比（吸収量／反射量）は導体のインピーダンスによって変わり、インピーダンスがほぼ0であればその比もほぼ0となる。またこの吸収や反射は直接導体の表面に入射する電磁波に対してだけでなく、その導体周囲の電磁波に対しても起こる（但し、導体から離れば離れる程、吸収や反射量は少なくなる）。導体と電磁波の相互作用（吸収、反射）は導体と電磁波が共鳴する場合に大きくなる。

【0018】

即ち、図2～4のように開放端を持つ線状形状の導体を配設した面では、導体の開放端間の距離が電磁波波長の2分の1である場合に共鳴し、相互作用が大きくなってこの面で殆ど反射する。言い換えるとこの長さの導体と共鳴しない波長（周波数）の電磁波にとっては、この面は反射面とはならずその大部分が透過する。図2のような直線形状の場合にはその長さが電磁波波長の2分の1になり、図3や図4のように枝分かれを持つ形状では中心点から開放端までの距離が電磁波波長の4分の1となるとき共鳴が発生する。

【0019】

また図5～7のような環状の導体を配した場合には、環状導体の周囲長が電磁波波長とほぼ等しい場合に共鳴し、この配設面が特定周波数の電磁波に対する反射面となる。

【0020】

本発明は、以上に述べたような線状導体の持つ性質を利用したもので、遮蔽しようとする周波数の電磁波（但し、その波長は誘電体中での波長）の位相を変化させるような長さの導電性素子を配設することで電磁波吸収面としたものである。

【0021】

このような電磁波吸収面の吸収性能は吸収する周波数、フィルムの厚さ、電磁波吸収面の複素インピーダンスによって決定される。実際にはあるインピーダンスを持つ個々の導電性素子中を流れる交番電流の大きさによって決まるため、その線幅や厚さは大きい程、個々の導電性素子間の間隔は小さい程、複素インピーダンスの実部は小さくなる。しかし同時に、虚部についても大きく変化するため、実用上は、吸収しようとする周波数の電磁波に対する複素インピーダンスと周波数選択性を考慮して、導電性素子の線幅、厚さ、個々

10

20

30

40

50

の導電性素子間の間隔の設計には伝送線路理論や電磁界解析が有効である。

【0022】

ここでは図2～7まで、6種類の導電性素子を図示したが、導電性素子の形状がこれらに限定されるものでないことは、前記の説明で明らかである。

【0023】

なお、本発明の電磁波吸収体を用いて電磁波遮蔽室などを作る場合、電磁波反射面として個々に独立した導電性素子の配設面を用いているため、電磁波吸収体同士の接続や接地は必要ない。このことは施工性を極めて簡便にするもので本発明の電磁波吸収体の大きな利点である。

【0024】

また、電磁波吸収体を薄くするためには導電性素子配設面において透過する電磁波の位相を送らせる必要がある。そのため、導電性素子配設面を、図8のような等価回路に置換えて透過波の透過係数の絶対値を t 、位相差を ϕ とすると、並列に挿入された導電性素子配設面の複素透過係数 T は、以下の数1の数式で与えられる。

【0025】

【数1】

$$T = |t| e^{j\phi}$$

10

20

【0026】

この T により、導電性素子配設面の複素インピーダンス $Z (= R + jX)$ は、以下の数2の数式で求められる。但し、 Z_0 は、自由空間のインピーダンス $377 \Omega / \square$ である。この際に導電性素子配設面を透過する電磁波の位相を遅らせるためには、導電性素子配設面が並列に挿入されているため X が負である必要がある。

【0027】

【数2】

$$Z = \left(\frac{Z_0}{2} \right) * \left(\frac{T}{1-T} \right)$$

30

【0028】

さらに電磁波吸収体全体を等価回路化すると図9のようになり、電磁波反射面に近い方から順々に入力インピーダンスを算出してゆき、最終的に電磁波吸収体表面の入力インピーダンス Z_{in5} を求める。この Z_{in5} から電磁波吸収体の反射係数 Γ は、以下の数3の数式で求められる。但し、 Z_0 は、上述したように、自由空間のインピーダンス $377 \Omega / \square$ である。この Γ が0.3以下であれば電磁波吸収体として機能しているが、好ましくは0.1以下である。

【0029】

【数3】

$$\Gamma = \frac{Z_{in5} - Z_0}{Z_{in5} + Z_0}$$

40

【0030】

【実施例】

10GHzにおいて電波を反射する電波吸収体の性能を、以下の表1に示す。

50

【0031】

【表1】

	8GHz 反射減衰量	全体の厚み
実施例1	20dB	0.13mm
比較例1	35dB	7.5mm

【0032】

測定は自由空間において行い、透過減衰量測定は透過損失法、反射減衰量測定は反射電力法を用いて行った。透過減衰量測定では試料を何も入れない場合と比較して何dB透過量が減少したかを、反射減衰量測定に関しては同サイズの金属板と比較して何dB反射量が減少したかを、測定した。測定範囲は2GHzから20GHzの範囲で行いネットワークアナライザー（ヒューレッドパッカード社製HP8522C）のS21モードにおいて測定した。

10

【0033】

（実施例1）

厚さ100 μ mのPET片面に、アルミニウム製の長さ15.0mm、幅0.5mm、厚み15 μ mの直線型金属線素子を導電性素子として入射電波の電界面に平行な向きに縦、横それぞれ7.5mm間隔で格子状に配設し電波吸収面をもうけ、もう片面には厚み15 μ mのアルミニウム箔を張り合わせるにより電磁波吸収体を作製した。

20

【0034】

（比較例1）

377 Ω /□の表面抵抗値を持つ抵抗皮膜、9.4mm厚の発泡スチロール、厚み15 μ mのアルミニウム箔を記載した順番で張り合わせるにより電磁波吸収体を作製した。

【0035】

表1に示したように本発明の電磁波吸収体は、今までの電磁波吸収体よりも吸収量は劣るものの、十分な性能を有したままで、電磁波吸収体の厚みを大幅に薄くできることが確認できた。

【0036】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、今までよりも厚さを大幅に減少させた電磁波吸収体を供給できる。さらに、遮蔽しようとする周波数の電波のうち、電磁波吸収面側から到来するものは吸収、電波反射面側から到来するものは反射し、さらにその他の周波数の電波（電磁波）は双方向に透過させるという性質を有している。そのうえ、電磁波吸収体間の接続や接地の必要がない施工性に優れた電磁波吸収体を供給できる。また、本発明の電磁波吸収体は、本発明の電磁波吸収体を用いて電磁波遮蔽室を形成すると、室内での専用通信（事業所PHSや無線LANなど）に使用する電磁波の室内での反射や室外からの侵入に起因する画面の揺らぎや誤動作などの発生が防止できるとともに、外部との通信や公共放送の受信などが可能である。

30

【図面の簡単な説明】

40

【図1】本発明のフィルム型電磁波吸収体の一例を示す断面図。

【図2】電磁波吸収面（導電性素子配設面）の第一例を示す平面図。

【図3】電磁波吸収面（導電性素子配設面）の第二例を示す平面図。

【図4】電磁波吸収面（導電性素子配設面）の第三例を示す平面図。

【図5】電磁波吸収面（導電性素子配設面）の第四例を示す平面図。

【図6】電磁波吸収面（導電性素子配設面）の第五例を示す平面図。

【図7】電磁波吸収面（導電性素子配設面）の第六例を示す平面図。

【図8】導電性素子配設面を等価回路で表わした回路図。

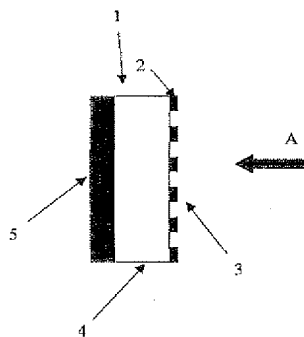
【図9】本発明のフィルム型電磁波吸収体を等価回路で表わした回路図。

【符号の説明】

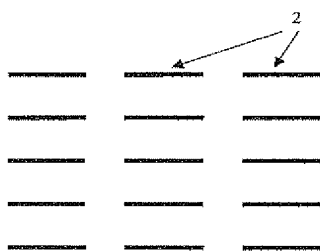
50

- 1 …電磁波吸収体
 2 …導電性素子
 3 …電磁波吸収面（導電性素子配設面）
 4 …フィルム（誘電体）
 5 …導電性膜
 A …電磁波の到来方向

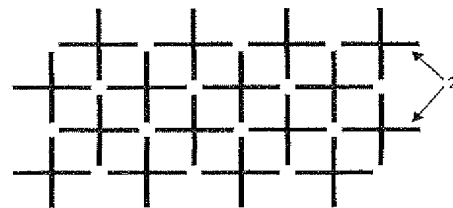
【図 1】



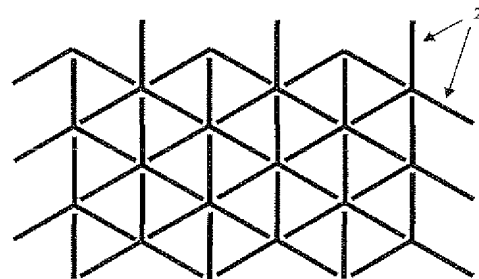
【図 2】



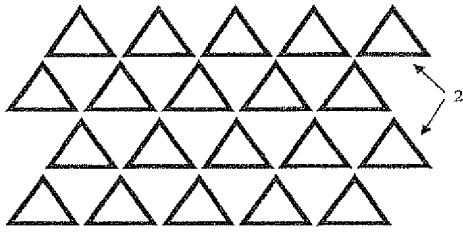
【図 3】



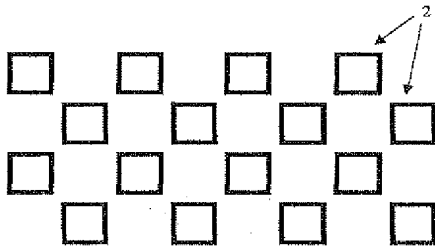
【図 4】



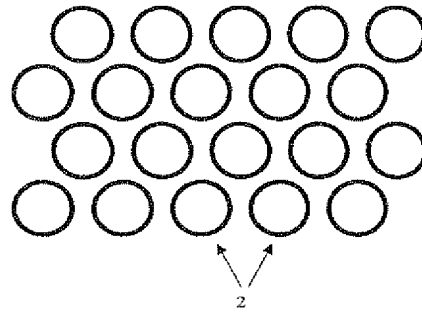
【図 5】



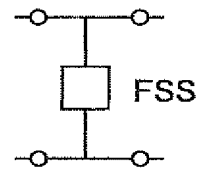
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

